

Karakterisasi Morfologi Sifat Akustik dan Sifat Fisik Komposit Polypropylene Berpenguat Serat *Dendrocalamus Asper* untuk Otomotif

Angga Dea Saputra Hidayat, Moh. Farid dan Alvian Toto Wibisono,
Departemen Teknik Material, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: mofaredo@gmail.com

Abstrak—Kebisingan dapat mempengaruhi kenyamanan saat berkendara. Kebisingan yang disebabkan oleh lalu lintas memiliki tekanan bunyi 80-100 dB. Oleh karena itu pembuatan interior penumpang haruslah menggunakan material yang dapat mengabsorpsi suara. Sebelumnya sudah ada penelitian mengenai polypropylene berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit dan diaplikasikan untuk interior mobil. Sehingga di penelitian ini menggunakan serat berpenguat bambu betung dengan permasalahan yang dikaji untuk mengetahui nilai koefisien absorpsi suara, sifat fisik, serta sifat mekanik. Komposisi fraksi berat serat yang digunakan adalah 10%, 15%, 20%. Tujuannya untuk mendapatkan nilai koefisien absorpsi suara terbaik. Dengan metode yang digunakan berdasarkan standartd ASTM E 1050 untuk pengujian absorpsi suara. Komposit yang dibuat diharapkan mempunyai koefisien adsorpsi suara yang bagus untuk diaplikasikan pada bagian interior kendaraan. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan, diantaranya nilai absorpsi suara yang terbaik diperoleh dari campuran 10% serat bambu betung dan 90% polypropylene dengan nilai α 0,5142.

Kata Kunci—Sound Absorption Material, Interior, Serat Bambu Betung, Polypropylene,

I. PENDAHULUAN

KEBISINGAN yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari Kusaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (KepMenLH No.48 Tahun 1996) saat ini di Indonesia telah banyak beredar mobil buatan negara maju yang dengan mudah didapatkan oleh masyarakat karena harga yang relatif terjangkau. Terlalu tingginya jumlah kendaraan akan menimbulkan permasalahan lingkungan. Namun di sisi lain, muncul kebutuhan untuk material baru dan inovatif yang mampu untuk memenuhi kebutuhan seperti efisien, ringan, dan tahan lama.

Material komposit merupakan area penelitian yang sangat luas dan telah menjadi solusi untuk banyak permasalahan. Beberapa teknologi sudah diterapkan penggunaan material komposit dari serat alam yang digunakan pada industri otomotif.

Pada penelitian ini, akan digunakan serat alam *Dendrocalamus Asper* atau jika pada bahasa Indonesia biasa kita sebut bambu betung. *Dendrocalamus Asper* memiliki karakteristik yang cukup baik. Tanaman ini biodegradable atau ramah lingkungan untuk diaplikasikan dalam material komposit. Selain itu kekuatan tanaman bambu juga cukup

tinggi. Lalu kekuatan lentur dan impaknya juga tinggi untuk diaplikasikan dalam interior kendaraan. Sehingga serat dari *Dendrocalamus Asper* dapat dijadikan penguat (*filler*) pengganti kayu dalam proses pembuatan papan komposit plastik.

Dendrocalamus asper (Bambu Betung) ialah bambu yang amat kuat, dengan jarak ruas pendek, tetapi memiliki dinding yang tebal sehingga tidak begitu liat. Garis tengah bambu betung 80-130 mm, panjang batang 10-20 m. Bambu ini sering ditanam dan tumbuh pada daerah ketinggian 1900 mdpl. Di Indonesia banyak sekali daerah yang menanam bambu betung seperti perkebunan bambu nusa verder yang ada di Sleman, D.I.Y. Jogjakarta, dan pada Desa Cengkrong, Kecamatan Pasrepan, Kabupaten Pasuruan. Untuk mendapatkan kualitas bambu yang maksimal, bambu betung dipanen pada umur 4 tahun.

Telah banyak penelitian mengenai pengaplikasian komposit dengan menggunakan serat alam sebagai material penyerap suara. Penelitian Farid dan Tri (2013) mengatakan bahwa komposit poliester berpenguat serat ramie pada frekuensi 1255 Hz memiliki nilai koefisien absorpsi suara (α) sebesar 0.835 [1]. Komposit polyester berpenguat bambu-rami dengan aspek rasio 90, nilai α serat rami mencapai 0.836 pada frekuensi 125 Hz. Serat bambu mencapai nilai α 0.972 pada frekuensi 1000Hz. Terdapat kenaikan secara signifikan nilai koefisien absorpsi suara pada frekuensi 125 Hz untuk material poliester berpenguat serat rami dan pada frekwensi menengah 1000 Hz untuk material poliester berpenguat serat bamboo [2].

II. METODE PENELITIAN

A. Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan serat *Dendrocalamus Asper* berumur 4 tahun yang didapatkan dari desa Cengkrok, Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur, Indonesia.

B. Preparasi Spesimen

Pengolahan serat *Dendrocalamus Asper* diawali dengan serat dibersihkan dari pengotor dengan menggunakan air bersih. Setelah bersih dan kering, serat *Dendrocalamus Asper* diperhalus dengan mesin pencacah organik. Serat yang sudah dicacah kemudian serat di-meshing untuk mendapatkan ukuran yang homogen pada rentang 280-900 mikron. Tahap terakhir yaitu menghilangkan kadar air serat dengan cara di-

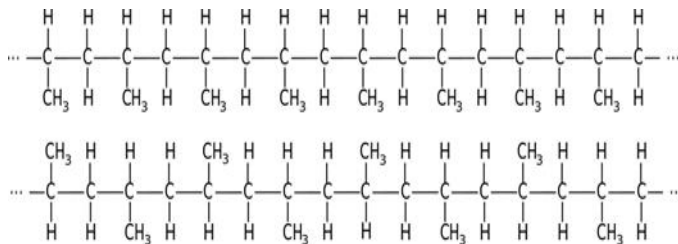
oven dengan temperatur 105°C.



Gambar 1. Mesin sieving.

C. Matriks Polypropylene

Polypropylene merupakan salah satu jenis plastic yang paling ringan, dengan density sebesar 0,905. Kristalinitas yang tinggi (Berada pada nilai diantara HDPE (*High Density Polyethylene*) dan LDPE (*Low Density Polyethylene*)) dari polypropylene menyebabkan sifatnya yang memiliki ketahanan tarik, kekakuan, dan kekerasan yang tinggi. Polypropylene memiliki rasio kekuatan tinggi berbanding berat yang sangat menguntungkan untuk diaplikasikan dalam berbagai hal. Produk jadi dari polypropylene biasanya memiliki permukaan yang mengkilat dan tidak mudah rusak. Titik luluh yang tinggi juga merupakan kelebihan dari polypropylene, termasuk ketahanan tarik pada temperatur tinggi [3].



Gambar 2. Polypropylene (atas) Isotactic (bawah) Syndiotactic Fred W. Billmeyer, Jr.(1970).

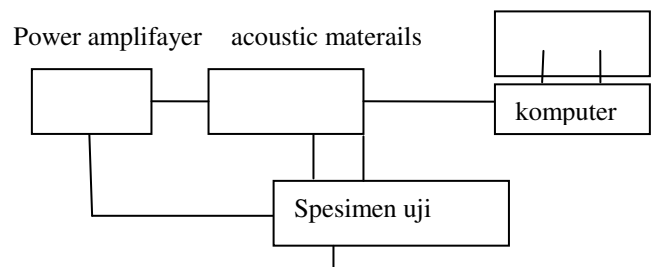
Polypropylene memiliki sifat elektrik yang bagus, kelembaman kimia, serta ketahanan lembab seperti kebanyakan polymer hidrocarbon. Namun polypropylene kurang stabil jika dibandingkan dengan polyethylene ditinjau dari ketahanan panas, cahaya, dan gangguan oksidasi dan harus distabilkan dengan *antioxidant* dan penyerap cahaya ultraviolet untuk mendapat hasil yang bagus.

D. Sifat Absorpsi Suara

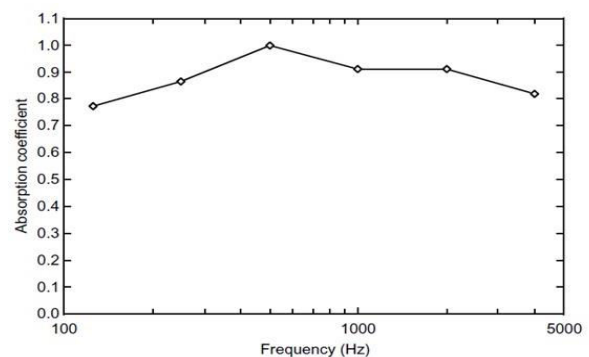
Ketika sumber bunyi bergetar, getaran yang terjadi pada setiap detik disebut frekuensi dan diukur dalam satuan Harzz (Hz). Jumlah getaran yang terjadi setiap detik tersebut sangat tergantung pada jenis objek yang bergetar. Secara singkat, hal ini dapat diartikan sebagai bahan pembentuk objek tersebut. Oleh karena itu setiap benda akan memiliki frekuensi

tersendiri yang berbeda dari benda lainnya. Dalam bahasa umum dapat diartikan bahwa benda memiliki kekhasan bunyi yang membedakannya dengan bunyi benda lain. Frekuensi terendah yang mampu didengar manusia berada pada 20 Hz sampai pada ambang batas atas 20.000 Hz. Bunyi-bunyi yang muncul pada frekuensi di bawah 20 Hz disebut bunyi infrasonik, sedangkan yang muncul di atas 20.000 Hz disebut bunyi ultrasonik. Dalam rentang 20 Hz sampai 20.000 Hz tersebut, bunyi masih dibedakan lagi menjadi bunyi dengan frekuensi rendah (dibawah 1000 Hz), frekuensi sedang (1000-4000 Hz) dan frekuensi tinggi (diatas 4000 Hz). Frekuensi ini menyebabkan perbedaan tinggi rendahnya nada. Penelitian menunjukkan bahwa telinga manusia nyaman mendengarkan bunyi pada frekuensi rendah. Secara umum tingkat frekuensi yang dipakai dalam pengukuran akustik lingkungan adalah 125. 250. 500. 1000. 2000 dan 4000 Hz atau 128. 256 .512. 1024. 2048. 2048 Hz. Ketika suatu bunyi menumbuk pada suatu benda ataupun dinding, maka bunyi itu akan dipantulkan (*reflected*), diserap (*absorb*) dan diteruskan (*transmitted*) oleh benda tersebut. Besarnya komposisi energi yang diserap atau dipantulkan akan menentukan sifat suatu material. Jika komposisi energi yang dipantulkan lebih besar, maka material tersebut bersifat sebagai pemantul (*reflector*). Jika energi yang diserap lebih besar, maka material tersebut bersifat penyerap. Standard yang digunakan untuk mengukur koefisien serap bahan adalah tabung impedansi dengan standarisasi menurut ASTM E-1050 [4]. Dimensi spesimennya berbentuk tabung dengan diameter 105 mm dan tinggi 10 mm

Berikut ini adalah rangkaian impedansi untuk mengukur uji penyerapan suara.



Gambar 3. Skema alat uji absorpsi suara



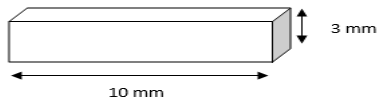
Gambar 4. Karakteristik Penyerapan Suara *Helmholtz Absorber* (Howard, 2009).

frekuensi kerja yang lebar (rendah, menengah, dan tinggi), maka harus digunakan gabungan ketiga bahan penyerap suara tersebut. Kombinasi antara proses gesekan dari komponen

kecepatan gelombang suara dan resonansi dari komponen tekanan gelombang suara, akan membuat kinerja penyerapan energi suara oleh dinding atau partisi besar untuk seluruh daerah frekuensi. Material seperti ini disebut *wideband absorber* [5].

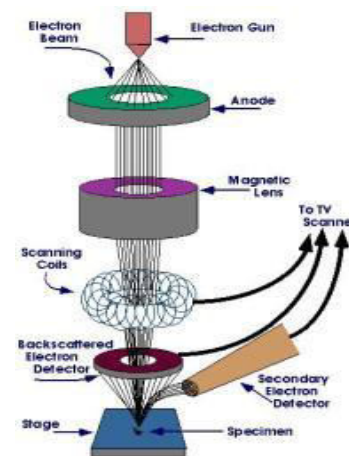
E. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)

Pengujian ini memiliki fungsi untuk mengetahui morfologi, ukuran partikel, pori serta bentuk partikel material. Standar yang digunakan adalah ASTM E2809 [6]. Spesimen uji berbentuk balok kecil berukuran 10x10x3 mm ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Dimensi Spesimen SEM.

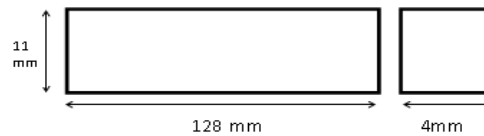
Prinsip kerja dari SEM adalah *electron gun* memproduksi *electron beam*, anoda menangkap *electron beam* untuk kemudian diarahkan ke sampel kemudian serangkaian lensa magnetik memfokuskan beam ini dan menembakkan ke sampel, *scanner* membaca struktur permukaan sampel selanjutnya menangkap sinyal dari *secondary* dan *back scattered electron* untuk dikirim ke sistem kontrol sehingga dapat dilihat gambarnya pada monitor seperti gambar dibawah berikut:



Gambar 6. Prinsip kerja SEM (W. Zho SEM 2007).

F. Pengujian Flexural

Kekuatan lentur digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari suatu material ketika dibengkokkan. Pengujian kelenturan dilakukan dengan metode three point bend, dimana spesimen diletakkan pada kedua tumpuan dan dilakukan pembebanan ditengah specimen Mesin yang digunakan adalah mesin uji bending milik Unair Surabaya. Prosedur pengujian menurut standar ASTM D790. Dimensi spesimen yang diuji sesuai standart tersebut ialah sebesar 128x25x4 mm. [7].



Gambar 7. Dimensi Spesimen Uji Flexural.

Kekuatan lentur suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_f = \frac{3P}{2bd^2} \quad (1)$$

Keterangan :

σ_f = Kekuatan Lentur (Kg/cm²)

L = Support span (cm)

P = Beban patah (Kg)

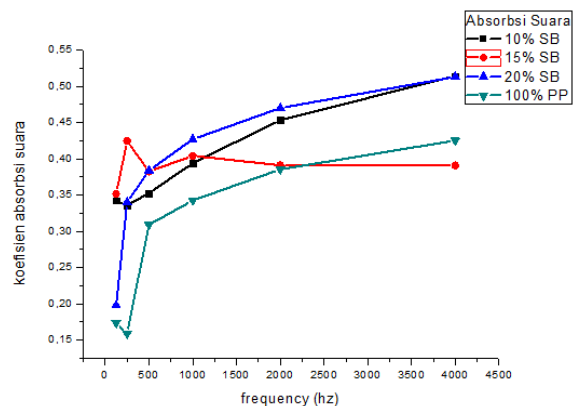
b = lebar spesimen (cm)

d = tebal spesimen (cm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Absorpsi Suara

Pengujian Serat Dendrocalamus Asper memiliki Semakin besar nilai α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara.



Gambar 8. Grafik Nilai Koefisien Absorpsi Suara polypropylene Murni dan komposit serat 10%,15%,20%.

Semakin besar nilai α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α memiliki range 0 sampai 1 dapat dilihat pada tabel dibawah berikut pada 4000Hz di komposisi serat memiliki daya serap yang sangat bagus

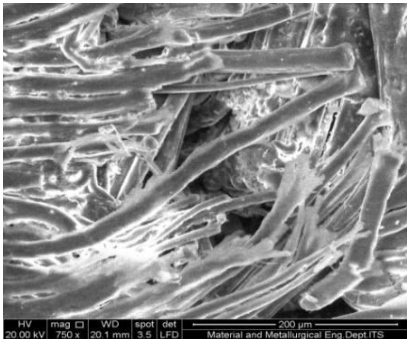
Dari gambar grafik di atas menunjukkan hasil absorpsi suara memiliki Hasil pada spesimen komposit (10%B-90%PP) terlihat bahwa spesimen dengan komposisi ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik pula. Pada frekuensi rendah nilai α (koefisien absorpsi)nya sebesar 0,3426 pada frekuensi 125 Hz, pada frekuensi 250 sampai 1000 Hz nilai α naik secara konstan hingga 0,3940 sehingga pada frekuensi 2000 Hz mengalami kenaikan penyerapan suara yang sangat baik di dapat nilai α 0,4533. Sehingga kemampuan penyerapan suara yang tertinggi pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai α tertinggi 0,5142

Dari pengujian absorpsi suara tersebut bertambah nilai α akan memiliki nilai yang bagus pula, di spesimen 10% serat ini

memiliki nilai α pada frekuensi 4000 Hz dibandingkan dengan spesimen lainnya dikarenakan spesimen ini memiliki rongga yang mungkin terisi udara dimungkinkan porositas komposit relatif besar, sehingga mempunyai koefisien absorpsi yang lebih tinggi pada frekuensi standart maupun tinggi.

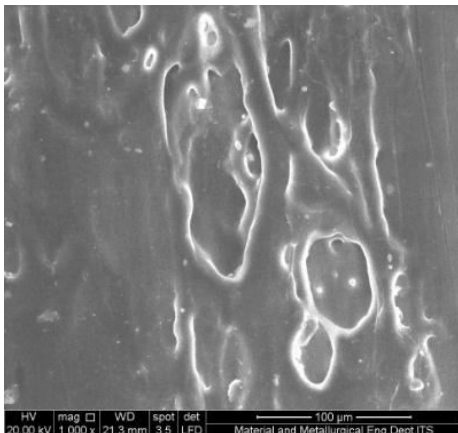
B. Hasil Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)

Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa morfologi dari Serat *Dendrocalamus Asper*. Pada pengujian SEM ini Serat *Dendrocalamus Asper* dilapisi dengan coating AuPd. Setelah itu spesimen di masukkan ke dalam alat uji SEM dan diambil data gambar.



Gambar 9. Hasil Uji SEM Serat *Dendrocalamus Asper* Perbesaran 200x Dan 700x.

Gambar 9 menunjukkan Serat *Dendrocalamus Asper* tanpa perlakuan alkali (belum dikenai perlakuan kimia) dengan perbesaran 1000x, menunjukkan serat yang masih kasar dengan ukuran diameter sekitar 200 μm serta masih mengalami penggumpalan. Morfologi yang kasar ini disebabkan oleh kandungan lapisan lilin, substansi lemak, dan pengotor [8]. Nilai absorpsi suara material komposit ini, jumlah morfologi yang banyak tersebut meningkatkan kemampuan absorpsi material komposit dengan PP 90% dan serat 10% ini. Hasil SEM menunjukkan serat tidak sepenuhnya terisi polimer *polypropylene* dan terlihat adanya rongga-rongga yang mungkin terisi udara dimungkinkan porositas komposit relatif besar, sehingga mempunyai koefisien absorpsi yang lebih tinggi pada frekuensi standart maupun tinggi.



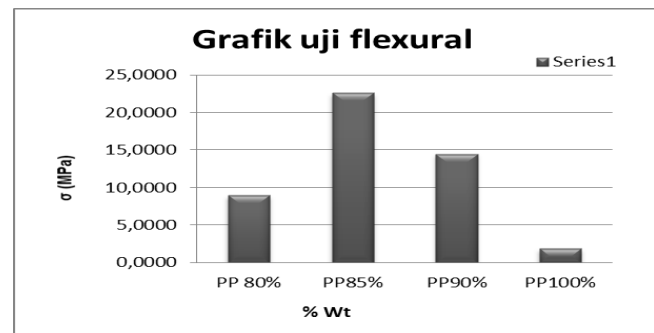
Gambar 10. Hasil SEM Dengan *Polypropylene* 100% Perbesaran 1000x.

Hasil sem dari material komposit pure *polypropylene* memiliki matriks *polypropylene* terlihat rapat dan solid. Berdasarkan penelitian absorpsi suara yang dihasilkan.

Dari penghamburan energi akustik menjadi energi panas. Selain itu osilasi ini juga menyebabkan gesekan sehingga timbul panas sehingga energi suara berubah menjadi energi panas. Selain itu osilasi ini juga menyebabkan berubahnya arah dari gelombang suara tersebut dan mengeluarkan nya ke segala arah sehingga gelombang suara kehilangan momentum untuk memantul ke arah datangnya [9].

C Hasil pengujian flexural

Dari tabel dibawah ini masing2 material mempunyai kekuatan lentur yang sangat berbeda di karenakan tergantung fraksi material tersebut.



Gambar 11. Hasil Grafik Pengujian Flexural

Dari gambar 8 diatas dapat diketahui bahwa pada komposit specimen 85%PP (*polypropylene*) mempunyai nilai kekuatan lentur tertinggi sebesar 22,62 Mpa. Pada specimen komposit 90% *polypropylene* kekuatan lentur sebesar 14,47 Mpa. Sedangkan pada specimen komposit 100% *polypropylene* mempunyai nilai kekuatan lentur yang paling rendah yaitu sebesar 1,87 Mpa. Pada specimen 80% *polypropylene* memiliki kekuatan lentur sebesar 8,96 Mpa Berdasarkan hasil pengujian, nilai kekuatan lentur terendah ada pada specimen komposit 80% *polypropylene* sebesar 1,87 Mpa

Dari hasil pengujian lentur didapatkan hasil bahwa 85% PP mempunyai nilai kelenturan yang sangat tinggi. Hal ini dikarenakan waktu pencampuran antara serat dengan matriks merata sehingga bisa dikatakan homogen.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

1. Nilai koefisien absorpsi suara komposit *Polypropylene* berkuat serat *Dendrocalamus Asper*. yang terbaik pada material 10% serat dengan 90% *Polypropylene* didapatkan hasil tertinggi pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai α tertinggi 0,5142.
2. Berdasarkan dari hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat diketahui 10% serat *Dendrocalamus Asper* -90%*Polypropylene* memiliki struktur dengan pori yang paling bagus di bandingkan dengan spesimen lainnya

yang menjelaskan penyebab nilai α terbesar terdapat pada spesimen ini pada serat *Dendrocalamus Asper*

3. Nilai kekuatan lentur komposit *Polypropylene* berpenguat serat serat *Dendrocalamus Asper* mengalami kenaikan seiring penambahan fraksi massa seratnya, akan tetapi pada 10% serat kekuatan lentur menurun karena poros yang ada pada komposit semakin besar. Nilai kekuatan lentur komposit *polypropylene* berpenguat serat *Dendrocalamus Asper* terbesar didapatkan pada fraksi massa 15% serat, dengan nilai *flexural strength* sebesar 22,6276 Mpa

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada program Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Kemenristekdikti tahun 2017 yang telah mendukung pendanaan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Farid and T. Heryanto, "Correlation of Normal Incidence Sound Absorption Coefficient (NAC) and Random incidence Sound Absorption Coefficient (RAC) of Polyester/Ramie Fibre Composite Materials," *Adv. Mater. Res.*, vol. 789, pp. 269–273, 2013.
- [2] M. Farid, H. Ardhyana, V. M. Pratiwi, and S. P. Wulandari, "Correlation between Frequency and Sound Absorption Coefficient of Polymer Reinforced Natural Fibre," *Adv. Mater. Res.*, vol. 1112, pp. 329–332, 2015.
- [3] W. Fred and J. Billmeyer, "Effect of maleic anhydride -g- polypropylene," 1970.
- [4] ASTM-E1050-98, "Standard test method for impedance and absorption of acoustical material using a tube, two microphones, and digital frequency analysis system."
- [5] Howard, M. David, Angus, and A. Jamie, *Acoustics and Psychoacoustic*. Burlington: Focal Press, 2009.
- [6] L. Wrench, "FEI Compact Inspect™," 2017. .
- [7] ASTM D790, "Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials," *Am. Soc. Test. Mater.*, vol. 8, no. 1.
- [8] J. Rout, M. Misra, S. S. Tripathy, S. K. Nayak, and A.K. Mohanty, "The Influence of Fibre Treatment on The Performance of Coir-Polyester Composites," *Compos. Sci. Technol.*, vol. 61, pp. 1303–1310, 2001.
- [9] W. Zhou, R. Apkarian, Z. L. Wang, and D. Joy, *Fundamentals of Scanning Electron Microscopy (SEM), Scanning Microscopy for Nanotechnology*. 2007.